Aus dem Ambulatorium der Med. Universitätsklinik, Erlangen
Leitung: Prof. Dr. Königer

Untersuchungen über den Einfluß der Diät auf die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen
vorgelegt von

Fritz Rinck
aus Burg bei Mageburg

1936
Druck: August Hopfer, Burg b. M.

1937/17

Dekan: Herr Geh. Rat Prof. Dr. Jamin
Referent: Herr Prof. Dr. Königer

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Mai 1936

Eine Patientin mit relativ gutartiger, geschlossener Hilusdrüsentuberkulose bestellte Herr Prof. Königer in regelmäßigen Abständen zur Kontrolle des Heilverlaufs. Als zufällig eine Untersuchung vorgenommen wurde, nachdem die Patientin einige Stunden vorher eine größere Menge Zitronensaft getrunken hatte, wurde eine auffallend starke Senkungsbeschleunigung festgestellt. Der seit einigen Monaten gleichmäßig bestehende Mittelwert von etwa 15 mm war plötzlich auf einen Wert von 31 mm angestiegen. Da nun die eingehende Untersuchung keine andere Ursache für diese Beschleunigung auffinden ließ, so gab der Befund Anlaß zu Überlegungen, ob eine Diät einen Einfluß auf die Senkungsgeschwindigkeit haben kann.

Da auch das neueste Schrifttum kaum genauere Angaben darüber enthielt, so habe ich von Herrn Prof. Königer die Aufgabe übernommen, bei Gesunden und Kranken den Einfluß der Diät auf die Senkungsgeschwindigkeit systematisch zu untersuchen.

Bei der Aufstellung eines Versuchsschemas gingen wir von der Erwägung aus, daß der Zitronensaft in der Diätetik als eines der am stärksten alkalisierenden Naturprodukte gilt. Es lag nahe, die beobachtete Beeinflussung der Senkung auf eine diätetische Verschiebung des Ionengleichgewichtes zum alkalotischen hin zurückzuführen*).

Die Einstellung der Diät in Hinsicht auf ihre Wirkung auf das Säure-Basengleichgewicht des Körpers hat ja gerade in den letzten Jahren wieder ein sehr verbreitetes Interesse gefunden. Besonders fand sie praktische Verwendung in der Tuberkulosebehandlung. Gerade bei dieser Krankheit stellt aber die Senkungsreaktion auch eins der wichtigsten Mittel zur Verlaufskontrolle dar, und falls man eine derartige Veränderung der Senkungsgeschwindigkeit, wie wir sie nach dem Trinken von Zitronensaft beobachteten, auch nach den gewöhnlichen Diätumstellungen häufiger feststellen könnte, so gäbe die Blutkörperchensenkungsprobe Anlaß zu nicht unerheblichen diagnostischen Trugschlüssen.

*) Bezüglich näherer Ausführungen über Verschiebungen des Ionengleichgewichtes durch Nahrungseinflüsse verweise ich auf die Werke: „Krankenbehandlung durch Umstimmung“ von Prof. Königer, Verlag Thieme, Leipzig; „Blut u. vegetat. Regulation“ von Prof. Hoff in Ergeb. d. inn. Med. u. Kinderheilk. 1928, Bd. 33.

In diesem Sinne baute ich meine erste Versuchsreihe auf:

1. Tag (alkalotisch):

   Früh nüchtern Blutentnahme zur Aufstellung der Senkungsprobe. Dann zwei oder mehr Tassen schwarzer Tee mit Zucker oder Milch, dazu Obst, evtl. Bananen, Apfelsinen, bis Mittag evtl. noch mehrmals Milch.

   Mittag: Kartoffeln mit Gemüse (sämtl., außer Rosenkohl und Hülsenfrüchten), dazu Feldsalat mit Zitrone gesäuert, danach Milch mit Obst.

   Nachmittags: Milch, Tee, Obst.

   Abends: Wie am Mittag, nach dem Essen gezuckerten Zitronensaft (auch Steinpilzgericht).

2. Tag (sauer):

   Früh nüchtern Blutentnahme, dann die übliche gewöhnliche Kost, außer Gemüsen, Milch und Obst.

3. Tag:

   Früh nüchtern Blutentnahme.

Bei den so untersuchten Gesunden und Kranken, welche letzteren Stationärpatienten der Erlanger Medizinischen Klinik waren, wurden folgende Werte (der ersten 2 Stunden in Millimeter nach der Westergreenmethode) gefunden:

Diagnose	Geschlecht	2 Stunden der B.K.S., früh, nüchtern		
		1. Tag	2. Tag	3. Tag
Ischias	m	3/6	2/4	2/6
Produkt.-cirrh. Tb.	m	24/42	23/42	24/41
Chron. Bronchitis	m	9/22	9/18	10/18
Produkt.-cirrh. Tb.	m	18/34	20/35	17/34
Chron. Enteritis	w	11/21	10/25	9/20
Bronchiektasie	m	8/26	10/27	8/21
Gesund	m	1/3	2/5	1/3
Gesund	m	2/4	2/6	1/3
Gesund	m	3/5	3/8	2/5

Diese Zusammenstellung der Senkungszahlen zeigt deutlich, daß bei dieser Versuchsordnung nur geringfügige und noch dazu wechselnde Veränderungen zu beobachten waren. Daher entschloß ich mich, die nächsten Versuche unserer ersten zufälligen Beobachtung besser anzupassen.

Am Morgen des Versuchstages wurde früh nüchtern eine erste Blutentnahme vorgenommen, darauf bekamen die Patienten den Saft von 3 Zitronen zu trinken, nach Belieben gezuckert ohne Verdünnung mit Wasser, da einzelne Forscher (Abderhalden und Wert-

heimer) der Meinung sind, es könnte durch starke Flüssigkeitszufuhr eine Senkungsbeschleunigung zustande kommen. Eineinhalb bis zwei Stunden nach dem Trinken des Saftes wurde dann die zweite Senkung gemacht. Diese Versuche wurden an Gesunden, an Patienten mit mittlerer und mit hoher Senkungsbeschleunigung vorgenommen. Ich bekam folgende Ergebnisse:

Diagnose	Geschlecht	Senkungen der rot. Blutkörperchen, 2-Stundenwerte	
		nüchtern	nach Zitronensaft
Gesund	m	3/5	4/7
Gesund	m	1/3	2/5
Gesund	m	3/7	5/11
Gesund	w	11/21	10/17
Gesund	w	8/15	12/22
Kav. Lungentbc.	m	98/108	102/110
Adnexit.-Endometrit.	w	20/39	31/53
Ulcus ventric.	w	20/33	24/38
Adnexitis	w	17/39	19/42
Cirrh. Lungentbc.	m	16/38	19/40
Cirrh. Lungentbc.	w	22/42	18/53
Alte lat. Tbc.	w	6/15	10/23
Chron. Gelenkrheum.	m	10/24	12/25
Kav. Lungentbc.	w	96/118	98/110

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß in der Mehrzahl der Fälle eine ziemlich erhebliche Senkungsbeschleunigung nach dem Trinken von Zitronensaft auftrat, und zwar etwa 1—2 Stunden nach dem Trinken. Ich hatte gerade diese Zeit zur Blutentnahme gewählt, da ich in einzelnen Fällen unter anderen auch bei mir selbst reihenweise halbstündlich nach dem Trinken des Saftes Blut entnommen habe, und so feststellen konnte, daß tatsächlich nach ungefähr 1—2 Stunden die stärkste Beschleunigung besteht; vor und nach dieser Zeit aber weniger deutlich nachzuweisen ist.

Um den praktischen Wert dieser Ergebnisse augenscheinlicher zu machen, stellte ich noch eine weitere Versuchsreihe auf. Da ja größere Mengen Zitronensaft doch wohl selten getrunken werden und so also prognostische Trugschlüsse durch die oben nachgewiesene Senkungsbeeinflussung praktisch kaum vorkommen werden, prüfte ich nun den Senkungsausfall nach einer streng alkalischen Mahlzeit. Hierbei habe ich nun in gleichmäßigen Abständen nach der Mahlzeit Blut zur Senkung entnommen, um die Auswirkung einer solchen Mahlzeit auch zeitlich festzulegen. Dieses alkalische Probeessen war wie folgt zusammengestellt:

Etwa einen halben Liter Milchsuppe (mit Zucker usw.), dann Kartoffeln mit Gelbe-Rüben- oder Karottengemüse; darauf Milch und Obst.

Vor der Mahlzeit nüchtern eine Blutentnahme, nach der Mahlzeit halbstündlich viermal eine Blutentnahme; ich fand diese Ergebnisse:

Diagnose	Geschl.	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit., 2-Stundenwerte					
		nüchtern	$^1/_2$ St.p.c.	1 St.p.c.	$1^1/_2$ St.p.c.	2 St.p.c.	$2^1/_2$ St.p.c.
Magen-Carc..	w	54/83	46/102	38/92	62/100	85/110	—
Adnexitis . .	w	23/45	31/60	12/26	19/45	20/48	—
Apoplexie . .	m	17/41	20/40	15/35	21/40	17/40	16/41
Magen-Carc..	m	7/8	8/21	12/32	14/46	—	8/26
Spitz.-cirrh. .	m	16/28	15/31	24/41	22/42	17/32	—

Gerade in diesen fünf Fällen zeigten sich bei vier auffallend starke Veränderungen der Senkungsgeschwindigkeit im Sinne der Beschleunigung. Das zeitliche Auftreten der stärksten Beschleunigung nach der Mahlzeit schwankt zwischen einer halben bis zwei Stunden. Bei einem Patienten (Adnexitis) trat nach anfänglich stärkster Beschleunigung später eine deutliche Verlangsamung im Vergleich zum Nüchternwert auf. Die Auswirkung der Basendiät ist also fast immer vorhanden, aber doch sehr verschieden, was beweist, daß viele Faktoren beim Zustandekommen der Senkungsgeschwindigkeit beteiligt sein müssen; das werde ich später noch ausführlich zur Sprache bringen.

Betrachten wir vergleichend die beiden ersten Versuchsreihen, so ergibt sich die Frage, weshalb kann es nach dem Zitronensaft, der alkalisierend auf den Stoffwechsel wirkt, zur Senkungsbeschleunigung kommen, während in der ersten Versuchsanordnung (Prüfung der Senkung längere Zeit nach alkalisierender Kost) gar keine Beeinflussung erkennbar ist.

Zur Lösung dieser Frage müssen wir erst die bekannten Ursachen für das Zustandekommen des Senkungsphänomens zusammenstellen.

Die Blutkörperchensenkung besteht aus einem Zusammenballen und einem Abwärtssinken der roten Blutkörperchenhaufen, wobei Schnelligkeit und Umfang der Agglutination für die Senkungsgeschwindigkeit maßgebend sind. Durch Zusatz von Natr. citric. wird die Gerinnung der Blutkörperchen verhindert.

Schon in den ersten Arbeiten über die Senkungsursachen hat sich herausgestellt, daß das rein mechanische Sinken gleich großer Teilchen in einer Flüssigkeit nur eine geringe Rolle spielt und dieser mechanisch-physikalische Vorgang fast vollkommen überdeckt ist

durch chemisch-physikalische Gesetze; denn das Blut stellt eine komplizierte kolloidale Suspension dar. Die Kolloidchemie lehrt uns, daß vor allen Dingen elektrostatische Kräfte die kolloidale Suspension aufrechterhalten und somit eine Veränderung dieser Kräfte eine Aufhebung der Suspension bedingen, was das Zusammenballen der roten Blutkörperchen bedeuten würde. Diese letzteren sind als sogenannte Körnchenkolloide oder Suspensoide aufzufassen, deren Suspension in der Hauptsache von ihrer elektrischen Ladung abhängt, im Gegensatz zu den sogenannten Tröpfchenkolloiden oder Emulsoiden, die im Blute die Plasmaeiweiße darstellen würden. Diese Tröpfchenkolloide besitzen im Verhältnis zu den Körnchenkolloiden nur eine sehr geringe, kaum merklich elektrische Eigenladung und wirken als Schutzkolloide, das heißt, sie dienen zur Aufrechterhaltung der Suspension der gröberen Körnchenkolloide. Kolloidchemisch stellt man sich vor, daß die Emulsoide schützend die Suspensoide umhüllen und so deren gegenseitige Annäherung erschweren. Wenn wir nun also die Blutkörperchen als Körnchenkolloide auffassen, so ist zu folgern, daß die Menge und Schnelligkeit des Zusammenballens der roten Blutkörperchen von den Schutzkolloiden des Blutes, den Plasmaeiweißen, abhängig ist. Bekanntlich enthält das Plasma drei Hauptgruppen von Eiweißen: die Albumine, die Globuline und das Fibrinogen. Diese Eiweißkolloide unterscheiden sich einmal in ihrer Größe; die Albumine stellen die kleinsten Teilchen dar, sie haben die kleinste Dispersität. Der Dispersitätsgrad steigt entsprechend der obigen Aufzählung in der Richtung zum Fibrinogen. Gleichzeitig unterscheiden sich aber diese drei Eiweißkolloidgruppen in der Lage ihres isoelektrischen Punktes, das ist die elektrische Reaktion, wo die Flockungstendenz maximal ist (Rudolf Mond). Der isoelektrische Punkt für das Fibrinogen liegt am nächsten dem der Blutreaktion, weiterhin abnehmend das Globulin, dann das Albumin; das letztere besitzt von den dreien die stärkste negative Ladung: sein isoelektrischer Punkt liegt am weitesten entfernt von der Blutreaktion auf der sauren Seite. Wie oben erwähnt, besitzen die Blutkörperchen eine im Verhältnis zu den Eiweißkolloiden sehr starke elektrische Ladung, wie schon Fahraeus und Linzenmeier nachwiesen, und zwar ist diese Ladung eine elektronegative. Diese beiden Forscher bewiesen durch Versuche, daß bei der Senkungsreaktion eine Ladungsverringerung der roten Blutkörperchen auftritt. Wodurch kommt nun diese Verminderung der negativen Ladung der Erythrozyten zustande? Durch eine andere Zusammensetzung der Eiweißkörperchen an der Oberfläche und Grenzschicht der roten Blutkörperchen, der Schutzkolloide, die um die Suspensoide, die Erythrozyten, gelagert sind. Nun haben diese Schutzkolloide ja eine verschieden starke negative Ladung; am stärksten negativ war das Albumin. Man kann also

rein schematisch sagen: „Ist an der Oberfläche der roten Blutkörperchen nur Albumin adsorbiert, so ist ihre negative Ladung größer, als wenn sie aus Globulin, und noch größer als wenn sie aus Fibrinogen bestände“ (Rudolf Mond). Die Stärke ihrer negativen Ladung bedingt die Suspensionsstabilität der Erythrozyten; also wird beim vorwiegenden Vorhandensein von Albumin im Plasma die stärkste elektronegative Ladung, die größte Suspensionsstabilität, die geringste Senkungsgeschwindigkeit bestehen. Umgekehrt wird beim Überwiegen des Fibrinogen und der Globuline die Agglutination der Erythrozyten, also die Senkung schneller verlaufen. Man spricht daher allgemein von einer Verschiebung des sogenannten Albumin-Globulinquotienten als der Hauptursache der Blutkörperchensenkung; man berücksichtigt den Fibrinogengehalt des Blutes weniger, da dieser meist beständig ist, und nur das Verhältnis der Albumine zu den Globulinen sehr variieren kann. Diese Eiweißkolloide unterscheiden sich durch ihre elektrische Ladung, und da ja für eine kolloidale Suspension eine Umladbarkeit ihrer elektrisch geladenen Masseteilchen typisch ist, so ist ersichtlich, daß als wesentliche Grundlage für die Wirkungsweise des Albumin-Globulinquotienten elektrische Ladungsverschiebungen vor sich gehen.

Außer dem Einfluß der Eiweißkörper des Plasma spielen noch rein physikalische Gesetze eine Rolle beim Zustandekommen des Senkungswertes: die Form und das spezifische Gewicht der Erythrozyten; letzteres wird vor allem durch den Hämoglobingehalt bestimmt, und zwar so, daß ein abnorm hämoglobinreicher Erythrozyt, wie zum Beispiel bei der perniziösen Anämie, eine raschere Senkung zeigt als ein Erythrozyt mit normalem oder erniedrigtem Hämoglobingehalt. Dann ist die Zahl der roten Blutkörperchen insofern von Bedeutung, als bei geringer Erythrozytenzahl eine Verlangsamung der Senkungsreaktion besteht. Andere auf die Senkung einwirkende Faktoren sind unwichtig und werden in den Arbeiten der neueren Zeit sogar vollständig abgelehnt (F. Lasch, H. Reichel); so die Einwirkung durch die Vermehrung der Lipoide und speziell des Cholesterin im Blut (Westergreen). Die Viskosität, die auch oft als beeinflussender Faktor genannt wird, ist nur ein Ausdruck für das Verhältnis der verschiedenen Eiweißkörper des Blutplasma zueinander, nämlich so, daß vom Fibronogen zum Albumin abnehmend die Viskosität geringer wird. Also: je größer die Viskosität, desto rascher die Senkung. Wenn demnach das Verhalten der verschiedenen Eiweißkörper des Plasma bedingt durch elektrostatische Kräfte ausschlaggebend zu sein scheint, so kann man sich leicht vorstellen, daß Verschiebungen in den Verhältnissen der Anionen und Kationen zueinander im Blut sich auf den Ausfall der Senkung auswirken müssen. Solch eine Veränderung im Zustande

der Ionenverhältnisse besteht auch nach der Einnahme des Zitronensaftes und dadurch ist meines Erachtens auch die beschleunigte Senkungsgeschwindigkeit erklärt. Der Zitronensaft verursacht eine Alkalisierung des Stoffwechsels und vorübergehend wohl auch des Blutplasmas; es tritt ein Überschuß an elektropositiven Ionen auf. Durch diese wird auf irgendeine Weise die elektronegative Ladung der roten Blutkörperchen, die ihre Suspensionsstabilität bedingt, verringert werden; es muß dann eine stärkere Neigung zur Agglutination entstehen und somit eine Beschleunigung der Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten. Es werden also durch eine Mahlzeit mit Basenüberschuß vorübergehende Umladungen der als Suspensoide aufzufassenden roten Blutkörperchen erfolgen, was eine Veränderung ihrer Suspensionsstabilität bedeutet.

Jetzt fragen wir uns: Warum ist wohl die Senkungsbeschleunigung, die nach der stark basenüberschüssigen Nahrung auftritt, so individuell verschieden, zum Beispiel bei einem großen Teil der Fälle so gering, und zweitens, warum ist die Beschleunigung nur so kurze Zeit, 1 bis 2 Stunden nach getrunkenem Zitronensaft, bzw. nach der alkalischen Mahlzeit, nachweisbar?

Der Organismus ist bestrebt, sein Ionengleichgewicht möglichst aufrechtzuerhalten und hat dazu eine vielfache Sicherung. Das Blut enthält die sogenannten Puffersubstanzen, die sofort wirksam werden, wenn Ionenverschiebungen eintreten. In der einen elektronegativen Richtung wirkt da vorwiegend das Natriumkarbonat, in der anderen die Kohlensäure. Außerdem hat der Organismus die Ausscheidungsmöglichkeiten saurer und alkalischer Substanzen durch die Lungen, die Nieren und nicht zum wenigsten durch das Darmepithel. Dann arbeitet auch die Leber mit ihrer Fähigkeit der Umwandlung des Ammoniaks als wichtigster Regulator der Ionenkonzentration. Ich stelle mir nun vor, daß je nach der Krankheitslage oder auch der Konstitution des Körpers diese Regulatoren verschieden arbeiten und so in den einzelnen Fällen die verschiedenen Resultate zustande kommen. Nach diesen Ausführungen erklärt sich auch von selbst, daß durch diese Regulatoren das zeitweise Überwiegen von Ionen in alkalischer Richtung, wie es durch den alkalischen Diätstoß hervorgerufen, ziemlich schnell wieder aufgehoben wird und sich nach einer bestimmten Zeit dann nicht mehr beim Ausfall der Senkung auswirken kann. Weiterhin erklären sich jetzt auch die negativen Ausschläge in der ersten Versuchsform bei der Entnahme des Blutes früh nüchtern, also erst etwa 12 Stunden nach alkalischem und saurem Diättag; dabei ist dem Körper zuviel Zeit zum Ausgleich der Verschiebungen im Ionengleichgewicht gegeben.

Man kann also zusammenfassend sagen, daß bei einer Steigerung der alkalischen Phase im Blute während einer bestimmten Zeit eine Senkungsbeschleunigung nachzuweisen ist.

Dementsprechend sollte beim Überwiegen der sauren Richtung eine Senkungsverlangsamung zu erwarten sein. Dahingehende Beobachtungen sind nun auch bereits im Schrifttum niedergelegt worden.

Steinberg und Kiritschenko stellten bei einem Diabetiker mit ausgesprochener Azidose trotz hochgradiger Erschöpfung und Lungentuberkulose eine normale Senkungsgeschwindigkeit fest. Weiterhin machten sie Versuche, bei denen sie eine schwache Säure direkt dem Senkungsblut zusetzten, und in der Tat folgte eine Senkungsverlangsamung, ohne daß eine Formveränderung der roten Blutkörperchen, wie Quellung und dergleichen, stattfand.

M. T. Friedmann erzeugte durch eine gewisse Erhöhung der Konzentration der Blutchloride, die ja elektronegative also saure Ionen darstellen, eine Herabsetzung der Senkungsgeschwindigkeit; allerdings beobachtete er auch hierbei individuelle Schwankungen.

Stern machte die Feststellung, daß rachitische Säuglinge eine Verlangsamung der Senkungsgeschwindigkeit zeigten, während sie bei Spasmophilen erhöht war. Er schloß daraus, daß eine azidotische Stoffwechselrichtung, wie sie ja bei der Rachitis besteht, verzögernd auf die Senkungsgeschwindigkeit einwirkt; eine alkalotische dagegen wie bei der Spasmophilie eine Beschleunigung verursacht. Außerdem führte er durch Injektion des alkalotisch wirkenden Insulins eine Beschleunigung der Senkungsgeschwindigkeit herbei und kam so zu dem Schluß, daß das Ionengleichgewicht ein sehr wesentlicher Faktor beim Verlauf der Senkungsreaktion sei.

Verschiedene Autoren (Alexander, Jenke, Katz und Radt) stellten durch Versuche fest, daß durch eine Vermehrung der Gallensäure im Blute eine Senkungshemmung entsteht. Bei besonders starkem Ikterus beobachtete man daher auch häufig eine auffallend niedrige Senkung. Der Mechanismus dieser Senkungshemmung ist nicht einwandfrei geklärt; Katz und Radt stellten die Hypothese auf, daß durch gallensaure Salze eine Erhöhung des elektrischen Ladungszustandes der Erythrozyten verursacht würde und dadurch die Senkungsverlangsamung zustande käme. Ich nehme an, daß entsprechende gegenteilige Veränderungen im Blute als Folge einer stark alkalischen Mahlzeit zu einer Senkungsbeschleunigung führen können.

Nach Untersuchungen von Yllpo und anderen Autoren besteht beim Neugeborenen eine Azidosis, die sich im Alter von 2—3 Monaten wieder ausgleicht; tatsächlich zeigt der Neugeborene nun auch eine sehr langsame Senkung; nach einigen Monaten aber hat der Säugling

sogar eine erhöhte Senkung, da er ja einen erhöhten Phosphatspiegel hat, der einem Überschuß an elektropositiven Ionen gleichkommt. Beim rachitischen Kind besteht ein erniedrigter Phosphatspiegel und dadurch die oben erwähnte Azidose mit verlangsamter Senkungsgeschwindigkeit. Bei Hunden, denen die Parathyreoidea operativ entfernt wurde, treten Krampfanfälle auf, nach denen immer eine auffallend starke Senkungsbeschleunigung bestand, bedingt durch Alkalose, die ja bekanntermaßen die Tetanie durch Überschuß an Na-Ionen und Mangel an Ca-Ionen verursacht.

Katz und Leffkowitz prüften die Senkungsgeschwindigkeit nach Zusatz von Metallsalzen. Die Ergebnisse sprachen für eine Veränderung der Senkung durch Beeinflussung des Blut-PH, und zwar so, daß „die Senkung von Blut mit kleinem PH, das ist saures Milieu, geringer ist als im Blut mit höherem PH, dem alkalischen Milieu".

Es könnten noch manche Berichte aus der Literatur angeführt werden, die bestätigen, daß für die Senkungsgeschwindigkeit die Phase des Blutes in azidotischer bzw. in alkalotischer Richtung mit maßgebend sein muß (Arbeiten von Höber, Mond u. a.). Als besonders lehrreich will ich nur noch die Ladungs- und damit Senkungsveränderungen der roten Blutkörperchen durch den CO_2-Gehalt des Blutes anführen (Höber, Strauß, Meyer). Durch den CO_2-Anstieg wird das Blut nach der azidotischen Phase umgestimmt und dadurch tritt eine stärkere elektronegative Ladung und erhöhte Suspensionsstabilität der Erythrozyten auf, so daß ein hemmender Einfluß auf die Senkungsgeschwindigkeit ausgeübt wird. Durch Einwirken von O_2 auf das Blut ist der Prozeß umkehrbar. Rojers und Binots zeigten an asphyktisch gemachten Hunden, daß mit Zunahme des CO_2-Gehaltes im Blute die Senkungsgeschwindigkeit abnimmt. Sterns Versuche an Menschen mit Stauungsblut und mit Blut, bei dem durch Atmungstetanie eine CO_2-Entladung herbeigeführt worden war, ergaben entsprechend Senkungsverlangsamung bzw. Beschleunigung.

Schon in der ersten Zeit der Arbeiten über das Senkungsphänomen beobachtete Leendertz bei zyanotischen Zuständen den sonstigen Erfahrungen widersprechende geringe Senkungswerte. So auch Westergreen, der bei kompensierten und vor allem auch bei dekompensierten Herzkranken zuweilen auch eine erhebliche Verlangsamung feststellte, die er allerdings damals noch anders erklärte.

Ich muß jetzt betonen, daß Ionenverschiebungen freilich nicht den Albumin-Globulin-Quotienten verändern, sondern, daß umgekehrt durch Verschiebung des Albumin-Glubolin-Quotienten andere elektrische Ladungsverhältnisse entstehen. Und es ist gerade dieser Albumin-Globulin-Quotient, der sich bei den verschiedenen, vor allen Dingen entzündlichen Krankheiten nach der Globulinseite hin steigert, und dann durch die Veränderung der Blutsenkungsge-

schwindigkeit in der Praxis die große Bedeutung erlangt. Nur das eine sollen die obigen Ausführungen darlegen, daß auch andererseits ein einseitiges Ionenübergewicht im Stoffwechsel die Ladungsverhältnisse der Erythrozyten beeinflussen und dadurch die Senkung beschleunigen oder verlangsamen muß. Wie schon erwähnt, besitzt der Organismus sehr viele Möglichkeiten zur Einregulierung der Ionenverschiebungen, dagegen nur schwache zur Normalisierung des bewußten Eiweißquotienten, woraus die geringere praktische Bedeutung des ersteren Faktors für die Blutkörperchensenkung klar ersichtlich ist. Doch macht er sich unter bestimmten Bedingungen in praxi gelegentlich ziemlich stark bemerkbar.

Ich traf in der Literatur auf verschiedene Meinungen über die Senkungsbeeinflussung durch Nahrungsaufnahme auf Grund von sehr wechselnd ausgefallenen Ergebnissen. Die Verschiedenheit der Ergebnisse der Senkungskontrollen nach Nahrungsaufnahme könnte durch die schon erwähnte individuell so verschiedene Ausgleichsgeschwindigkeit der Ionenverhältnisänderungen erklärt werden. Systematische Versuche mit alkalisierender oder säuernder Diät scheinen noch nicht ausgeführt worden zu sein. Die Versuchsmahlzeiten hatten fast durchweg ein ziemlich ausgeglichenes Säurebasenverhältnis, so bei Buescher, Fetzer, Lojacono u. a., außer Bay-Smith. Er beobachtete, daß sich nach dauernder Fleischkost die Senkung fast regelmäßig etwas verlangsamt. Das würde in unserer Versuchstabelle der Blutsenkungsprüfung nach dem sauren Diättag, dessen Werte auch fast durchweg etwas geringer sind als die normalen Nüchternwerte, entsprechen. Diese Feststellung ist wohl praktisch wenig von Bedeutung, doch auch wiederum theoretisch interessant, da sie doch wohl auch auf eine Verschiebung zum azidotischen hin zurückzuführen ist.

Ein in der Einseitigkeit seiner Wirkung auf den Säurebasengehalt dem Zitronensaft vergleichbares Naturprodukt wurde in seinen Auswirkungen auf die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen geprüft. Das ist die Milch, die ja bekanntlich stark basenüberschüssig ist. Eine ganze Reihe von Autoren machte schon Senkungsversuche nach Milchgaben. Zuerst beobachtete Balachowsky, daß 1—2 Stunden nach schneller Aufnahme von etwa einem halben Liter Milch häufig sehr starke, meist geringere Senkungsbeschleunigungen auftreten. Er glaubte als Ursache an eine Reflexwirkung des vegetativen Nervensystems, konnte aber keine genauere Erklärung geben. Dann suchten Adelsberger und Rosenberg zu beweisen, daß die starken Senkungsbeschleunigungen nach der Milchmahlzeit nur bei bestimmten Leberkrankheiten statthätten und werteten dieses Phänomen als ein Diagnostikum für eine Funktionsschädigung der Leber. Später aber ergaben Untersuchungen von Glaser und besonders von Engelmann, daß diese auffallende

Senkungsbeschleunigung nach Milchgenuß als diagnostische Reaktion für eine Lebererkrankung nicht in Frage käme, also keineswegs für oder wider eine Lebererkrankung zu verwerten sei. Glaser suchte schon wie Salachowsky diese Erscheinungen auf einen vegetativen Reiz zurückzuführen. Engelmann aber meinte, daß diese Beschleunigung eine Folge von Tagesschwankungen und technischen Fehlern sei. Da aber Tagesschwankungen nach den Arbeiten vieler späterer Autoren nur sehr selten zu beobachten sind, so erscheint diese Erklärung Engelmanns sehr unzureichend. Ich halte dafür, daß die Milch eine ähnliche Wirkung wie der Zitronensaft auf das Säurebasenverhältnis des Organismus hat. Die Milch hat auch, wie schon gesagt, einen überwiegenden Gehalt an alkalotischen Bestandteilen und daher auch die Eigenschaft, den Stoffwechsel mehr zur alkalischen Phase hin zu verschieben. Dieser Zusammenhang mit meinen bisherigen Senkungsuntersuchungen veranlaßte mich, in einzelnen Fällen auch noch Senkungskontrollen nach einer Milchmahlzeit auszuführen; und zwar ließ ich sofort nach der ersten Blutentnahme früh nüchtern einen halben Liter Milch auf einen Zug austrinken und nahm eineinhalb Stunden danach wieder Blut ab. Ich bekam folgende Ergebnisse:

Diagnose	Geschlecht	2-stdl. Senkungswerte in mm	
		nüchtern	nach Milch
Abgelauf. paranephr. Abscess	m	4/7	8/15
Parametritis	w	24/43	36/52
Abgelauf. Angina catarrh. . .	w	17/32	22/39
Gesund	m	3/5	3/6

Wir haben also ganz ähnliche Ergebnisse wie nach der Einnahme von Zitronensaft und der alkalischen Mahlzeit. Geringe Senkungswerte werden nur wenig verändert, mittelerhöhte Nüchternwerte können sich ganz beträchtlich steigern, wie zum Beispiel im Falle der Parametritis. Zur Ausführung dieser Senkungsversuche wurde mit ganz besonderer Sorgfalt verfahren, um ja alle Fehlerquellen (wie unrichtige Konzentration der Natr.-citr.-Lösung, Feuchtigkeit der Senkungsröhrchen u. a.) auszuschalten.

Wir glauben daher, aus unseren Feststellungen den Schluß ziehen zu dürfen, daß die hier dargelegte Ursache für diese Fälle von Senkungsbeschleunigung die wahrscheinlichste Hypothese ist.

Für die ärztliche Praxis ist daraus die Lehre zu entnehmen, daß doch eine Blutentnahme im nüchternen Zustande des Kranken die beste Gewähr bietet für einen richtigen Senkungswert, der ja diagnostisch so überaus wichtig sein kann. Die erste Versuchs-

anordnung bestätigt, daß bei nüchterner Blutentnahme gar keine oder doch nur sehr geringe, durch Nahrung bedingte Schwankungen auftreten, auch wenn am Tage vor der Entnahme die Mahlzeiten in ihrem Säure- bzw. Basengehalt einseitig eingestellt waren.

Literaturverzeichnis

Bachmann u. Bahn: Einfl. v. K.- u. Ca-Ionen auf die B. K. S. Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. Bd. 43 S. 170, 1928.

Balachowsky: Über Hämoklasie, Dtsch. med. Wochenschr. Nr. 20.

Buescher: Ber. kl. Wo. N. 14, 1921 (Zur Frage d. Senkungsb. d. r. Blutk.).

E. Becher, H. Bohnenkamp usw.: Lehrbuch d. spez. Path. Physiol. Verl. Fischer, Jena.

Behm, Wolfgang: Klinische Kolloidchemie. Kosmosverl., 1925.

v. Domarus: Die B. K. S. in ihrer Bedeutung f. d. Klinik, insbes. bei Verdauungskrankheiten. Abh. d. Verdauungskrankh., herausg. von Strauß. Bd. 12 H. 4, Halle 1932.

Engelmann: Über Blutkörperchensenkung und Hämoklasie. Dtsch. med. Wochenschr. Nr. 31, 1924.

Fetzer: Soll die Senkungsreaktion d. r. Blutkörp. in nüchternen Zustande vorgenommen werden? Beitr. z. Klinik d. Tub. Bd. 66, 1927.

Friedmann: Einfl. von Blutchlor. Kongreßzentralbl. Bd. 39, 1925.

v. Joel: Klinische Kolloidchemie. Dresden u. Leipzig 1923.

Kafz u. Leffkowitz: Die Blutkörpersenk. Erg. d. inn. Med. u. Kinderheilk. Bd. 33, 1928.

Leffkowitz: Die Blutkörperchensenk. Verl. Urban u. Schwarzenberg, 2. Aufl., 1934.

Linzenmeier: Dtsch. med. Woch., 1922.

Ley: Über d. Sed.-Geschw. d. r. Blutk. Zeitschr. f. exp. Med., 1922.

Mond, Rud.: Zur Theorie d. B. K. S. Arch. f. Physiol., 1923.

Mond, Rud.: Kliwo Nr. 30, 1927.

Reichel: Blutkörperchensenk. Verl. Jul. Springer, Wien 1936.

Ruf: B. K. S. bei Durst. Zentralbl. f. Chir. Nr. 41, 1926.

Steinberg u. Kiritschenko: Zur Frage d. die Erythrozytensenkungsgeschw. beeinflussenden Fakt. (Russ.). Ref.: Kongreßzentr. Bd. 36, 1926.

Stern: Beitrag zur Theorie der B. K. S. Mon. f. Kdh., 1925.

Westergreen: Die Senkungsreaktion. Erg. der inneren Med. und Kinderheilk. Bd. 26, 1924.

Lebenslauf

Verfasser dieser Arbeit, Fritz Rinck, wurde am 31. August 1910 als Sohn des Studienrats Ernst Rinck und seiner Ehefrau Else, geb. Johannes, in Halberstadt geboren. Seine Schulausbildung erhielt er an dem Realgymnasium zu Halberstadt und ab Oktober 1925 am Realgymnasium zu Burg bei Magdeburg. Dort bestand er im März 1928 die Reifeprüfung.

SS. 1928 bezog er die Universität Erlangen, um Medizin zu studieren. Am Schluß des SS. 1930 bestand er die ärztliche Vorprüfung in Erlangen. Darauf wurde je ein Semester in Innsbruck, Rostock und Berlin und dann wieder in Erlangen studiert, wo Verfasser im Februar 1934 das medizinische Staatsexamen bestand. Anschließend war er als Medizinalpraktikant an der Chirurgischen Klinik zu Erlangen (dort vorwiegend an der urologischen Abteilung) tätig. Ab Oktober 1934 war er an dem Ambulatorium der medizinischen Klinik zu Erlangen bis zum September 1935. Die Approbation datiert vom Februar 1935. Ab 1. November 1935 ist Verf. als Assistent am städtischen Krankenhaus zu Staßfurt, nachdem er sich zwei Monate mit Vertretungen und wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigt hatte.